

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

高職組-農業

科 別：農業

組 別：高職組（高職）

作品名稱：芽菜自動化栽培 -溫度感應灑水系統之設計

關 鍵 詞：自動感溫灑水系統、芽菜

編 號：091405

學校名稱：

國立民雄高級農工職業學校

作者姓名：

蔡明政、葉建良、劉全得、黃俊傑

指導老師：

吳慶源、李卓曄



目 錄

壹、 摘要	3
貳、 研究動機	3
參、 研究目的	3
肆、 研究設備及器材	4
伍、 研究過程或方法	6
陸、 研究結果	7
柒、 討論	15
捌、 結論	15
玖、 參考資料及其他	16

表目錄

表 1.種子的吸水量

表 2.五種種子在三種不同處理的發芽率統計表

表 3.綠豆自動系統與人工澆水的生長數據

表 4.豌豆自動系統與人工澆水的生長數據

圖目錄

圖 1.自動溫度感應灑水系統示意圖

圖 2.生長器的示意圖

圖 3.五種種子發芽之比較

圖 4.紅豆、綠豆與豌豆實際發芽情形

圖 5.蘿蔔種子三種不同處理之發芽比較

圖 6.豌豆種子三種不同處理之發芽比較

圖 7.苜蓿種子三種不同處理之發芽比較

圖 8.紅豆種子三種不同處理之發芽比較

圖 9.綠豆種子三種不同處理之發芽比較

圖 10.五種種子加總平均浸種與不浸種的比較

圖 11.綠豆自動系統與人工澆水的生長比較

圖 12.豌豆自動系統與人工澆水的生長比較

壹 摘要

現代人飲食豐富，在大肉大魚的情形下，容易造成血液酸化或營養過剩，而衍生一些身體不健康的狀態，因此如生食療法、有機蔬菜、食膳療法等因應而生，這些方法在醫學臨床上得到驗證，且經推行與實施獲得相當的成效，在上述方法中芽菜是一種不可或缺的食物材料。

因應加入 WTO 對農業的衝擊，以自動化及一貫化植物工廠栽培芽菜，以省工與及時性提高競爭力，降低芽菜的栽培成本。

本研究之感溫自動灑水系統在功能上已達到可自動供給芽菜栽培時適時適量的水分，省去人工澆水的不便及判定澆水量的困擾，同時縮短芽菜栽培的時間，另外簡化生長器使得栽培的準備工作省去一些不便，如土或沙等栽培介質或漂浮水培的貯液準備的不便，另外本系統如用於家庭栽培甚為方便，同時亦有利於植物工廠的發展應用。

貳 研究動機

主要是針對因應自動化芽菜栽培，植物工廠一貫化系統的主題，進行設計自動感溫灑水系統，以適時供給芽菜發芽後根部以上的水分，同時補充根部水分不虞匱乏；並能在芽菜除去遮光設施進行綠化時，補充由子葉快速蒸散的水份；另外可作為抑制氣溫過高之用，降溫以保持適合芽菜生長的氣溫。

主要利用自動感溫灑水系統並簡化育苗盤的準備工作及設施，以利因應未來植物工廠一貫化栽培的接續。

參 研究目的

因應加入 WTO 對農業的衝擊，以自動化及一貫化植物工廠栽培芽菜，以省工與及時性提高競爭力，降低芽菜的栽培成本。

芽菜不利長時間貯運，採收後長時間貯運必須保持低溫，在芽菜含水率及酵素皆高的，，情況下，要使芽菜在安全水活性內保持晶瑩剔透實屬不易，因此研發自動化設施以接續未來一貫化植物工廠栽培芽菜，來提高產能降低成本，是刻不容緩的事。本研究乃設計自動感溫灑水系統，來節省工時且縮短栽培時數並培育優質芽菜，以利一貫化植物工廠的實現。

肆 研究設備及器材

一、研究設備及器材

- (一) 材料有豌豆、苜蓿、綠豆、紅豆與蘿蔔種子。
- (二) 育苗架
- (三) 生長器
- (四) 溫度感測器
- (五) 水泵、管路、水槽及噴頭
- (六) 電子天秤

二、實驗設備硬體組合如下

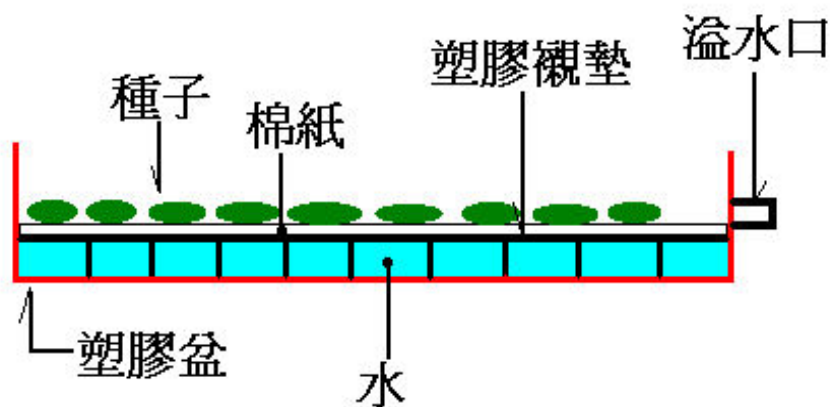


圖 2.生長器的示意圖

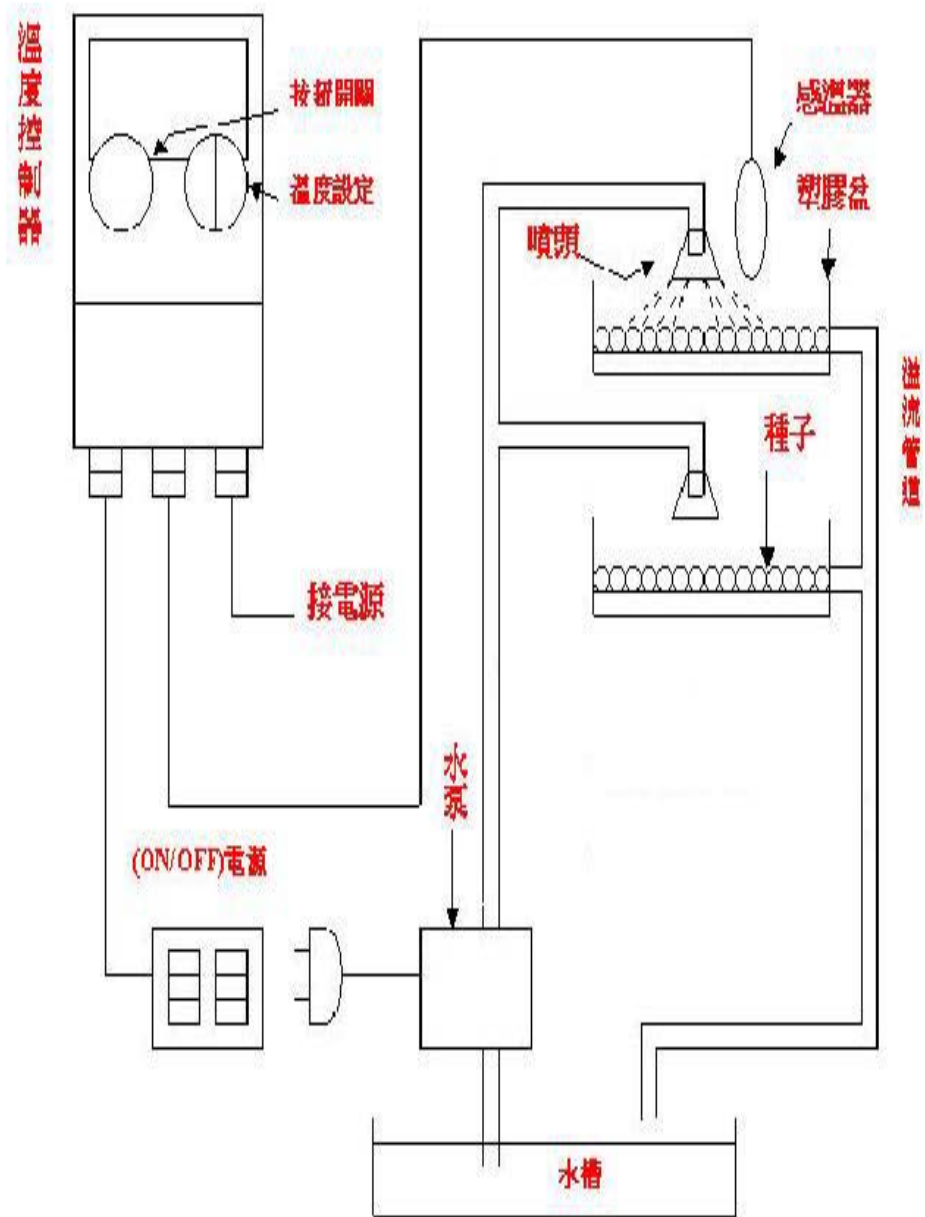


圖 1 自動溫度感應灑水系統示意圖

伍 研究過程或方法

主要的實驗有二：一為發芽率實驗，第二為系統栽測試與比較。

一、發芽率實驗

主要的測試目的在於，檢測種子的發芽能力，本研究選定五種種子，分別為紅豆、綠豆、豌豆、苜蓿及蘿蔔種子，以預冷(放於冰箱)、不實行浸種(有文獻指出不需浸種)及浸種 4 小時三種方式處理，預冷乃是在無法造就低溫環境的情形下，將種子置於冷箱中 4 個小時，以觀察溫度高低對於種子發芽的影響。而浸種與不浸種主要的目的在於比較其發芽速度，以評量可否簡化播種的浸種作業程序。

每次試驗各種子取 100 顆進行三重複，播種後每日計算各種種子發芽的數量並觀察發芽情形。用來探討各種子對溫度及水分的影響。

二、系統栽培測試

此測試主要的目的為：檢測本系統在芽菜栽培應用的實證；了解各種芽菜的生長情形；與人工澆水式栽培之比較。試驗時先進行種子選別以去除不完整(破損)種子，接著進行浸種 5~6 小時，浸種後將種子播於鋪有吸水棉紙之生長器中，播種後每日計算各種種子發芽數量並觀察且量測發芽情形，分別量測各種芽菜之重量、根長、芽高度作為生長指標，所得之數據與對照組（人工澆水）進行比較。

陸、 研究結果

一、發芽率實驗

本研究發芽率實驗結果

如下表所示：

由表 2.中可看出五種種子的平均發芽率，除了蘿蔔的平均發芽率為 65%，其餘四種的發芽率皆在 94%以上。

表 2.五種種子在三種不同處理的發芽率統計表

豌豆					蘿蔔				
日期	浸種	不浸種	預冷	AVG	日期	浸種	不浸種	預冷	AVG
1 天	77	53	0	43	1 天	4	2	0	2
2 天	88	94	73	85	2 天	44	33	38	38
3 天	91	96	78	88	3 天	57	47	50	51
4 天	99	96	82	92	4 天	60	50	54	55
5 天	99	96	86	94	5 天	69	60	65	65
紅豆					苜蓿				
日期	浸種	不浸種	預冷	AVG	日期	浸種	不浸種	預冷	AVG
1 天	1	1	0*	1	1 天	91	64	96	84
2 天	67	44	5*	56	2 天	91	91	96	93
3 天	92	79	10*	86	3 天	95	96	97	96
4 天	95	82	11*	89	4 天	97	96	97	97
5 天	97	92	23*	95	5 天	97	96	97	97
綠豆									
日期	浸種	不浸種	預冷	AVG					
1 天	100	99	29	76					
2 天	100	100	90	97					
3 天	100	100	100	100					
4 天	100	100	100	100					
5 天	100	100	100	100					

註記：1.有*者為種子品質不良。
2.實驗溫度為 22 驗。

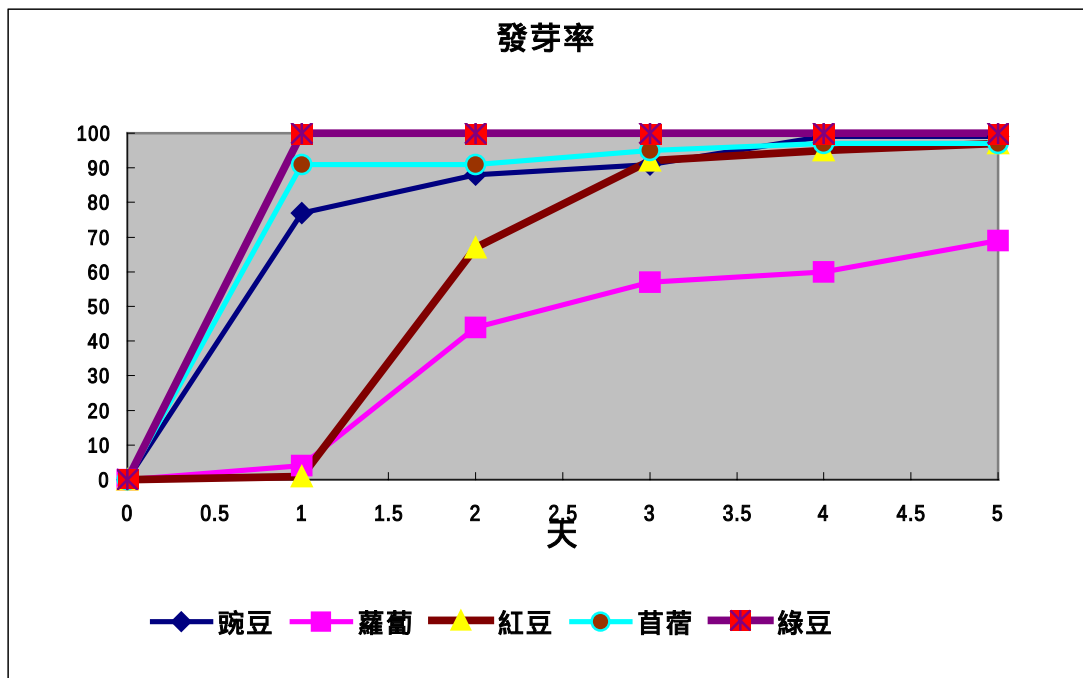


圖 3.五種種子發芽之比較

圖 3.為五種種子播種後五天發芽率之比較，圖中豌豆、綠豆與苜蓿在第一天比其他兩種種子發芽率高，而紅豆在第三天發芽率才明顯升高，此亦可由圖 4.實際的生長情形看出不同種芽菜生長情形的差異。圖中以綠豆生長最速、次為豌豆、最後為紅豆。

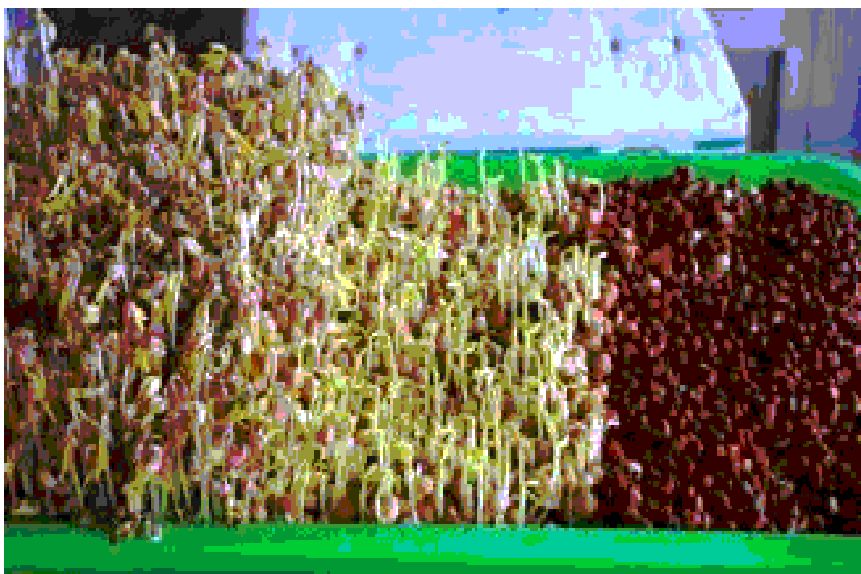


圖 4.紅豆、綠豆與豌豆實際發芽情形

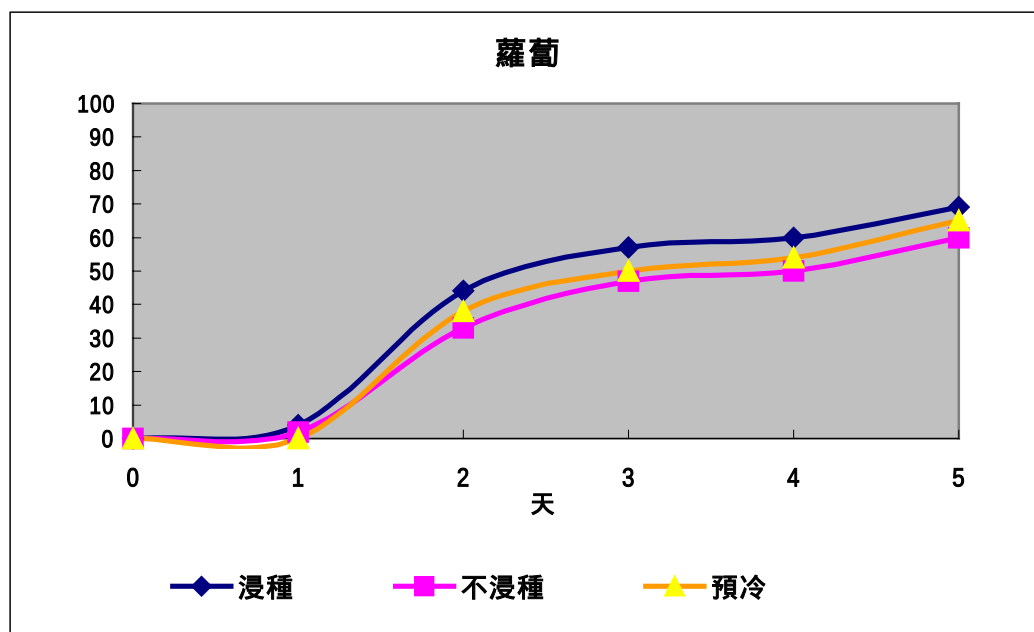


圖 5.蘿蔔種子三種不同處理之發芽比較

圖 5.顯示蘿蔔種子三種處理方法之發芽雖有所差異，但其發芽率皆低於 70%。

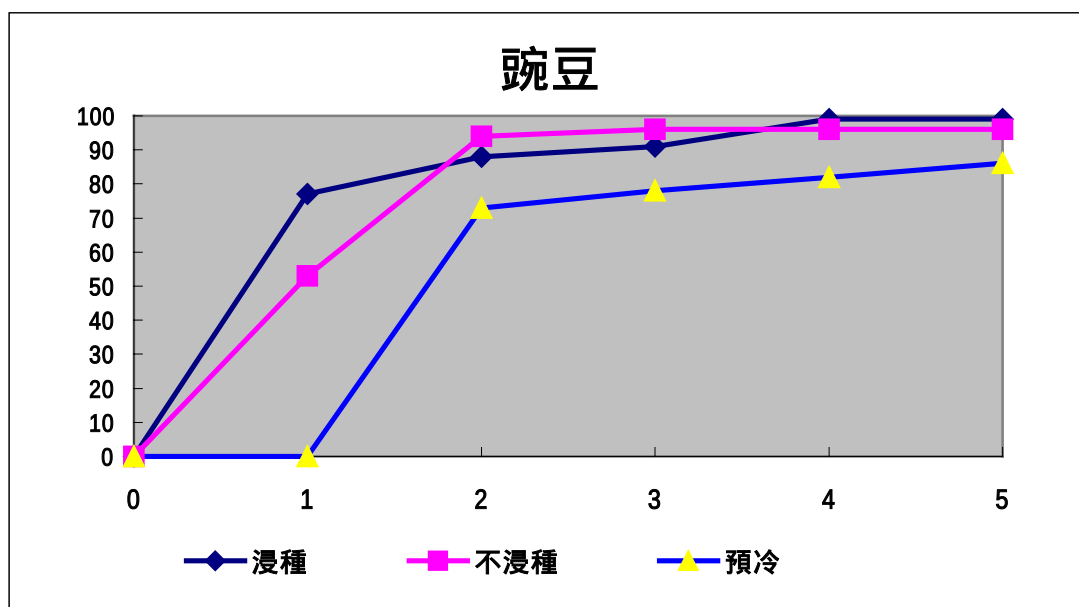


圖 6.豌豆種子三種不同處理之發芽比較

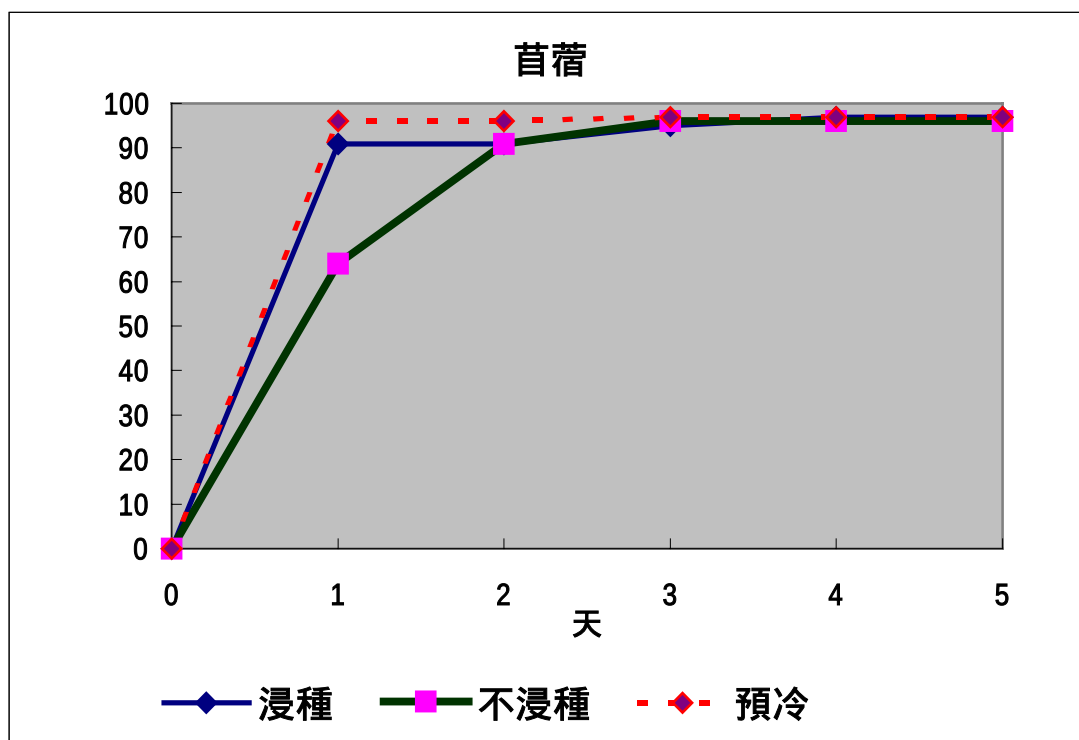


圖 7.苜蓿種子三種不同處理之發芽比較

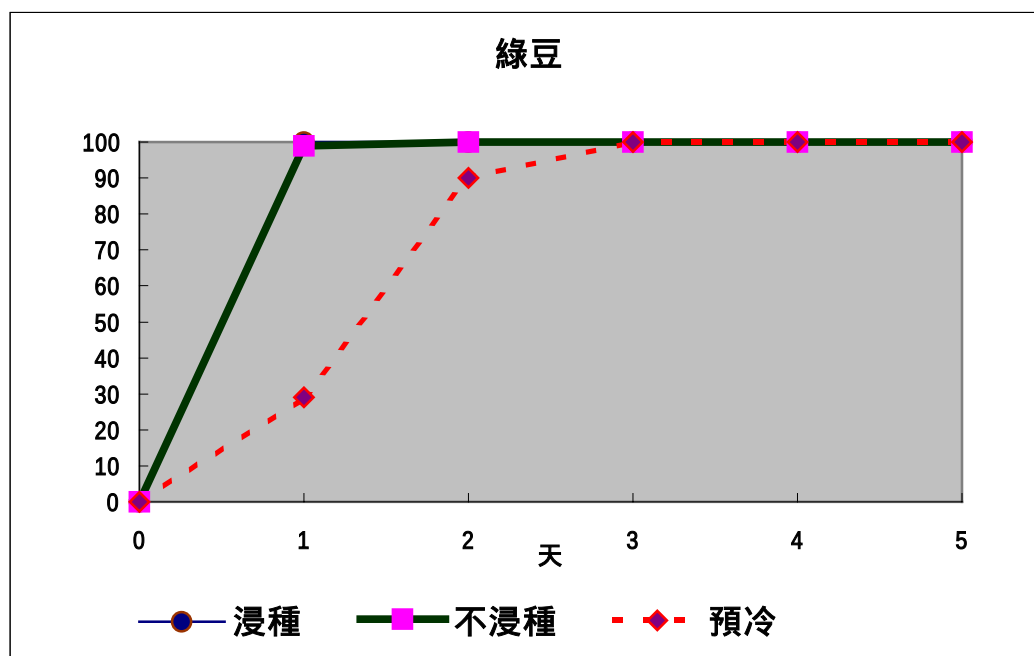


圖 8.紅豆種子三種不同處理之發芽比較

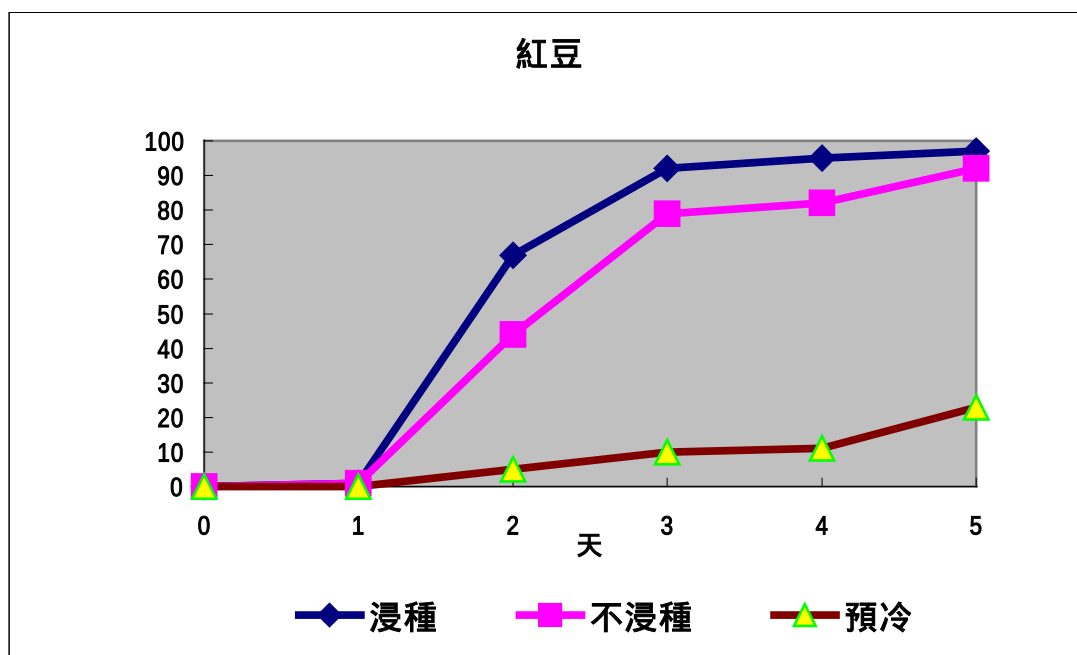


圖 9.綠豆種子三種不同處理之發芽比較

圖 6.~9.分別為豌豆苜蓿紅豆綠豆在三種不同處理方式的發芽率比較，圖中大多顯示低溫對於種子的發芽率不利，但苜蓿種子並不受低溫處理的影響如圖 7.所示，此與文獻指出其原產歐洲且苜蓿種子不怕冷的特性相符。豌豆及紅豆對於溫度的影響不只是其發芽較慢外，其最後(第五天)發芽率會受影響，也就是說低溫會使種子不發芽如圖 6.及圖 8.所示，而綠豆則只有在發芽速度上影響，其最終發芽不受溫度的影響如圖 9.所示。在浸種與不浸種中由圖 6.到圖 9.顯示其對最終（第五天）發芽率不受影響，但在發芽速度上則浸種種子比不實施浸種的種子慢。如以五種種子整體而言，經加總平均之統計結果，實施浸種的發芽率比不浸種的高如圖 10.所示。

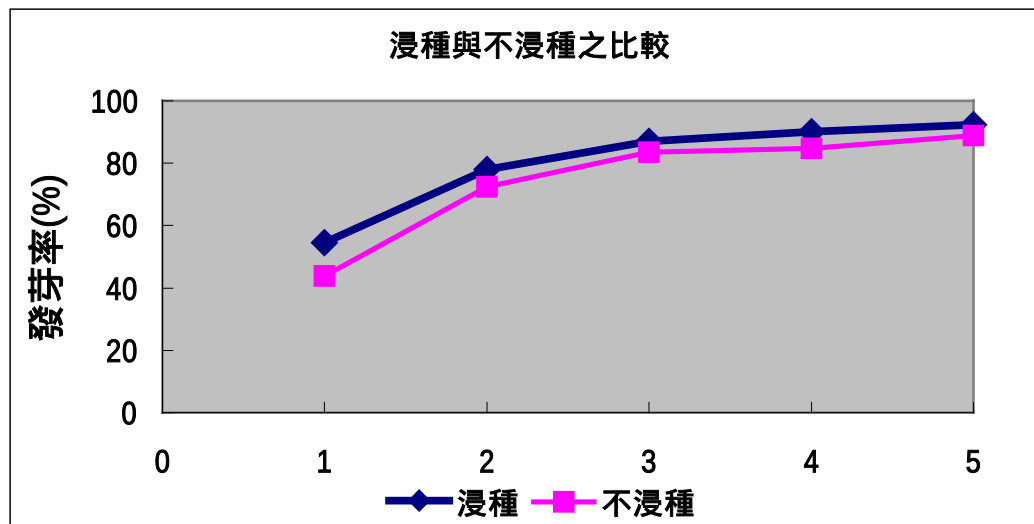


圖 10.五種種子加總平均浸種與不浸種的比較

綜合以上本研究可歸納以下的結果，作為芽菜栽培之種子，必須慎選種子，第一次進行紅豆發芽率實驗時發現，紅豆之發芽率只有 23% (如圖 8.所示)，因此購買種子時必須到種子商店中購買；低溫不利發芽(苜蓿除外)；浸種比不浸種發芽率高，因此浸種的工作最好不要省略。

二、系統栽培測試

實驗分兩組，一組為自動灑水系統，另一組為人工澆水栽培，以兩組進行對照比較，先進行三種（豌豆、紅豆與綠豆）種子的比較。實驗時先進行種子選別以去除不完整(破損)種子，接著進行浸種 5~6 小時，浸種後將種子播於鋪有吸水棉紙之生長器中，播種後每日計算各種種子發芽數量並觀察且量測發芽情形，分別量測各種芽菜之重量、根長、芽高度作為生長指標。實驗量測的數據如表 3.表 4.所示，分別為豌豆及綠豆的數據，紅豆因種子品質不良，其發芽情形不佳則不列入比較，紅豆的胚根突破種皮後其胚軸無法抽出，在種皮破裂以後就壞死，以至有發霉的情況發生，可能紅豆種子品質有問題，因此慎選優良種子，是芽菜栽培的第一要務。

表 3.綠豆自動系統與人工澆水的生長數據

綠豆	自動噴水系統			人工澆水系統		
日期	重量（公 克 / 百顆	芽長 (mm)	根長 (mm)	重量（公 克 / 百顆	芽長 (mm)	根長 (mm)
1 天	15.27	0	3	13.50	0	7
2 天	18.44	13	13	15.28	5	18
3 天	23.96	18	33	23.78	29	44
4 天	35.05	45	37	34.10	32	48
5 天	44.85	70	37	46.75	59	67

表 4.豌豆自動系統與人工澆水的生長數據

豌豆	自動噴水系統			人工澆水系統		
日期	重量（公 克 / 百顆	芽長 (mm)	根長 (mm)	重量（公 克 / 百顆	芽長 (mm)	根長 (mm)
1 天	39.6	0	7	29	0	2
2 天	44.19	5	18	39.19	2	7
3 天	57.46	29	44	51.31	10	19
4 天	59.05	32	48	55	19	25
5 天	79.45	59	67	58.4	19	28

經由表 1 與表 3 表 4 的比較發現，經過 5 天的栽培，綠豆長成原來重量的 6 倍，豌豆長成原來重量的 3 倍。綠豆平均芽長已達 6~7 公分，而豌豆自動灑水組的栽培亦達 6 公分的芽長，已達採收的高度。

系統栽培測試中發現在綠豆的栽培上，自動灑水組與人工澆水組在生長重量上的差異很小，此可由表 3.及圖 11.看出，但在芽的長度上自動灑組則較人工澆水組高出 1 公分；而在豌豆方面，由表 3.及圖 12.可以看出自動灑水組與人工澆水組有明顯的差異存在，自動灑水組明顯優於人工澆水組，因此本系統除了省去每日人工澆水的不方便，可達到自動栽培的效用，同時亦可節省培育時間，使芽菜栽培時間縮短，如以植物工廠量產更能看出其經濟效益。

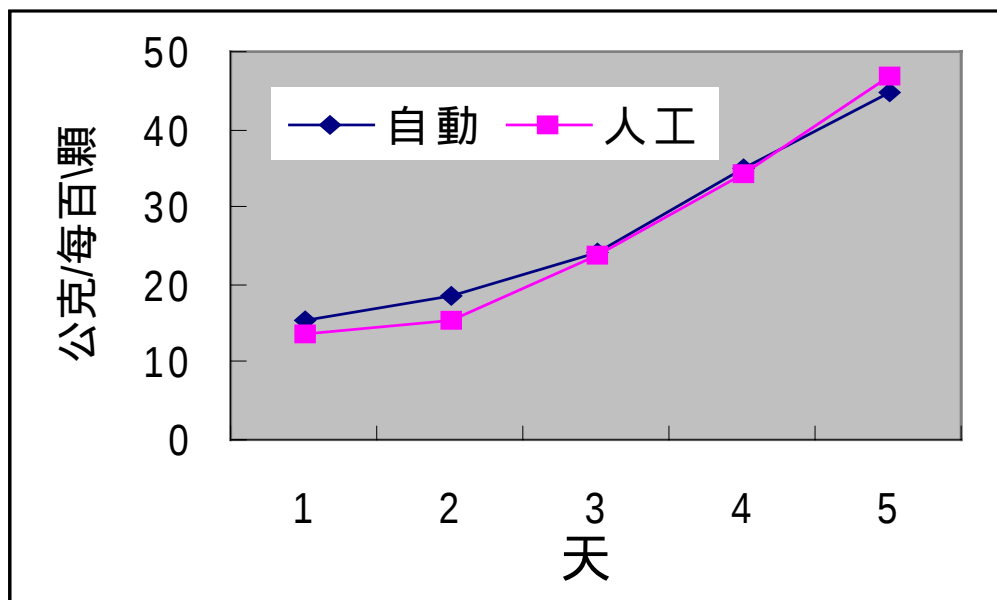


圖 11.綠豆自動系統與人工澆水的生長比較

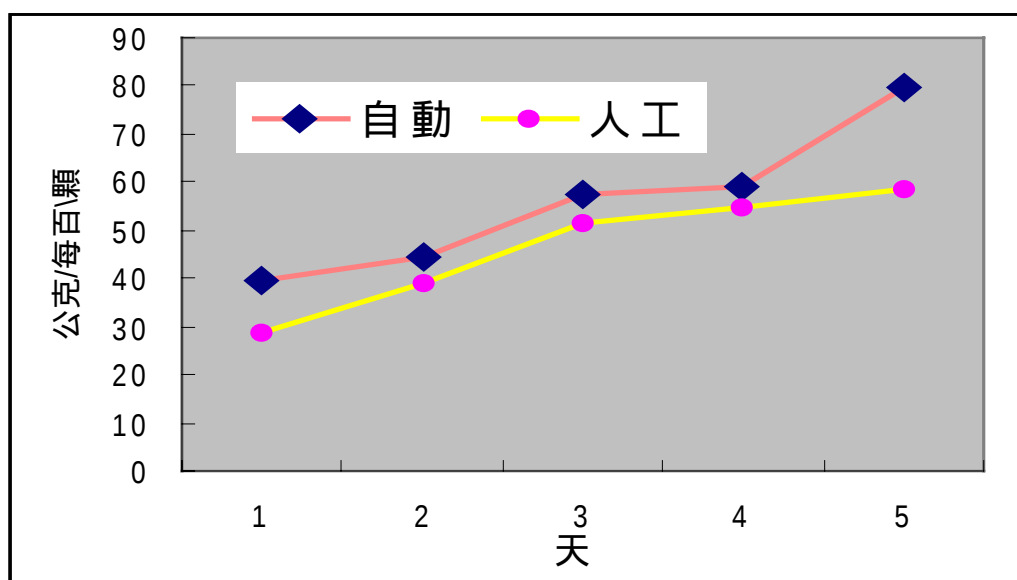


圖 12.豌豆自動系統與人工澆水的生長比較

柒 討論

綜合以上本研究可歸納以下的結果，作為芽菜栽培之種子，必須慎選種子，第一次進行紅豆發芽率實驗時發現，紅豆之發芽率只有 23% (如圖 8.所示)，因此購買種子時必須到種子商店中購買；低溫不利發芽(苜蓿除外)；浸種比不浸種發芽率高，因此浸種的工作最好不要省略。

系統栽培測試中發現在綠豆的栽培上，自動灑水組與人工澆水組在生長重量上的差異很小，此可由表 3.及圖 11.看出，但在芽的長度上自動灑組則較人工澆水組高出 1 公分；而在豌豆方面，由表 3.及圖 12.可以看出自動灑水組與人工澆水組有明顯的差異存在，自動灑水組明顯優於人工澆水組，因此本系統除了省去每日人工澆水的不方便，可達到自動栽培的效用，同時亦可節省培育時間，使芽菜栽培時間縮短，如以植物工廠量產更能看出其經濟效益。

捌 結論

本研究之感溫自動灑水系統在功能上已達到可自動供給芽菜栽培時適時適量的水分，省去人工澆水的不便及判定澆水量的困擾，同時縮短芽菜栽培的時間，另外簡化生長器使得栽培的準備工作省去一些不便，如土或沙等栽培介質或漂浮水培的貯液準備的不便，另外本系統如用於家庭栽培甚為方便，同時亦有利於植物工廠的發展應用。

玖 參考文獻

- 1.台灣蔬菜(三)(渡假出版社有限公司)
- 2.台灣農家年報(1999，省農林廳)
- 3.無土蔬菜栽培(亞洲出版社)
- 4.遙控農業機械工程研討會專輯(財團法人農業機械研討會中心)
- 5.台灣農家要覽農作篇(一)(財團法人豐年社)
- 6.可以設施園藝技術(豐年社)
- 7.室內陽台的水耕綠化 (淑馨出版社。蔡尚光)
- 8.芽菜與豆(青春出版社。歐陽禹)
- 9.神奇小麥草(鑫峰推廣手冊)
- 10.農業自動化實務專輯(淑馨出版社。林豐隆)
- 11.微處理機實習(松崗電腦圖書公司。劉漢君，林永栽，鄭美珠)